



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 198 29 151 C 1

②1 Aktenzeichen: 198 29 151.5-34
②2 Anmeldetag: 30. 6. 1998
④3 Offenlegungstag: -
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 2. 2000

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 05 B 3/86
H 01 R 4/02
C 03 C 27/12
B 32 B 17/06
// H01Q 1/32

DE 198 29 151 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
SEKURIT SAINT-GOBAIN Deutschland GmbH & Co.
KG, 52066 Aachen, DE

⑦2 Erfinder:
Reul, Bernhard, 52134 Herzogenrath, DE;
Crumbach, Richard, 52072 Aachen, DE; Maeuser,
Helmut, Simpelveld, NL

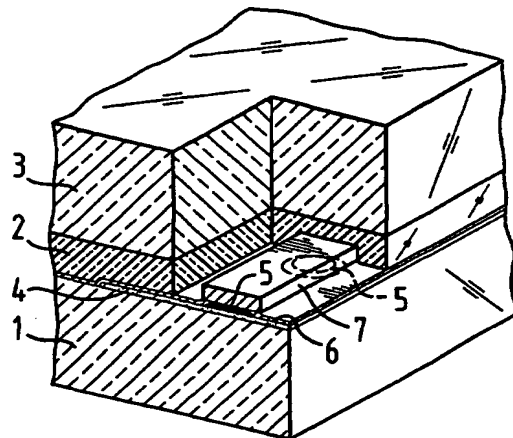
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE-AS	18 07 862
DE	41 26 533 A1
= EP	05 27 680 B1
DE	22 27 238 A1
GB	11 83 316
US	53 32 888 A

⑤4 Verfahren zum elektrischen Kontaktieren einer leitfähigen Dünnschicht auf einer Glasscheibe

⑤7 Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer mindestens eine leitfähige Dünnschicht umfassenden Verbundglasscheibe aus mindestens einer Glasscheibe und einer daran haftenden Klebefolie beschrieben, nach welchem vor dem Auflegen der Klebefolie auf eine im Verbund innenliegende Glasscheibenfläche ein elektrisch leitfähiges Kontaktmittel zumindest lokal durch Auflöten von Lotdepots insbesondere mit Ultraschallunterstützung aufgebracht wird, auf dieselbe Glasscheibenfläche die leitfähige Dünnschicht aufgetragen wird, welche das Kontaktmittel überdeckt und schließlich eine mit Anschlußkontakten verbindbare Sammelschiene auf die Dünnschicht aufgelegt wird, um diese elektrisch nach außen zu kontaktieren.

Erfindungsgemäß wird die bedarfsweise vorläufig fixierte Sammelschiene nach dem Auflegen der Klebefolie und ggf. einer zweiten Glasscheibe mittels die Verbundglasscheibe durchdringender Energiezufuhr mit den Lotdepots verbunden, indem die Dünnschicht an den Lötstellen zumindest partiell durchbrochen und die elektrische Verbindung zwischen der Sammelschiene und der leitfähigen Dünnschicht hergestellt wird. Es wird auch eine nach dem Verfahren hergestellte Verbundglasscheibe beschrieben.



DE 198 29 151 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum elektrischen Kontaktieren einer leitfähigen Dünnschicht auf einer Glasscheibe.

Ein derartiges Verfahren ist grundsätzlich bekannt aus EP 0 527 680 B1 und der zugehörigen deutschen Übersetzung DE 692 01 930 T2.

Die dort beschriebene Verbundglasscheibe umfaßt eine erste Glasscheibe mit einer darauf abgeschiedenen Schichtenfolge aus einer elektrisch leitfähigen Heizschicht z. B. aus Silber und diese einfassenden Entspiegelungsschichten (im folgenden vereinfacht als Dünnschicht bezeichnet). Am Rand der Glasscheibe wird nach dem dort beschriebenen Herstellungsverfahren vor dem Aufbringen der Dünnschicht auf die Glasoberfläche ein Streifen aus Leitsilberpaste aufgetragen und eingebrannt. Oberhalb dieses Streifens wird nach dem Aufbringen der Dünnschicht eine Lotschicht mit Ultraschallunterstützung aufgetragen. Die Anwendung des Ultraschalls soll das Durchbrechen der nicht oder schlecht leitenden Entspiegelungsschichten ermöglichen, so daß das Lot in hinreichend direkten Kontakt mit der leitfähigen (Silber-)Schicht gelangen kann. Mit der Lotschicht wird ein dünnes Kupferband als Stromsammelschiene durch Lötens zumindest an einer Mehrzahl von Punkten verbunden. An das Kupferband ist schließlich ein Stromanschlußkabel anschließbar.

Nach Abschluß dieser Kontaktierungsmaßnahmen wird die Verbundglasscheibe in der herkömmlichen Weise durch Auflegen einer Klebefolie aus Polyvinylbutyral (PVB) und der zweiten Glasscheibe komplettiert, evakuiert und im Autoklaven laminiert. Die nach diesem Verfahren hergestellten Erzeugnisse haben sich in der Praxis bewährt, es werden aber nur einzelne Lotdepots ultraschallunterstützt aufgelötet. Bei ausgeführten Scheiben wurde auch kein Leitsilberstreifen zwischen Glas und Dünnschicht vorgesehen, sondern nur ein opaker Randstreifen.

In Verbundglasscheiben eingebettete Dünnschichtsysteme werden in der Regel durch Kathodenzerstäubung im Vakuum (Sputtern) hergestellt und sind im Vergleich mit pyrolytisch aufgetragenen Dünnschichten relativ empfindlich gegen mechanische Einwirkungen. Man strebt deshalb an, die Zeit und Bearbeitungsvorgänge zwischen dem Abscheiden des Schichtsystems und dem Herstellen des Verbundes zu minimieren.

Die GB-PS 1,183,316 offenbart ein Verfahren zum Herstellen einer durch Widerstandsdrähte beheizbaren Verbundglasscheibe. Demnach kann man zunächst den gesamten Verbundaufbau aus zwei Glasscheiben mit eingelegten Heizdrähten, vorverzinnten Sammelschienen und Klebefolie im Autoklaven fertigstellen. Danach führt man durch die Glasscheiben hindurch Energie zum Aufschmelzen der Vorverzinnung und Herstellen der elektrischen Verbindung zwischen den Sammelschienen und den Heizdrähten zu, indem ein zur Hochfrequenz-Induktion geeignetes Werkzeug entlang den Sammelschienen geführt wird. Es ist nicht vorgesehen und mit dem offenbarten Werkzeug auch nicht möglich, die Energie nur lokal an den jeweiligen Kontaktstellen der Sammelschienen mit den einzelnen Drähten zuzuführen.

Es ist auch bekannt (DE-AS 18 07 862), Sammelschienen aus einem dort näher spezifizierten Lötmedium mit Ultraschallunterstützung unmittelbar auf eine Glasoberfläche einer beheizbaren Einfachglasscheibe aufzulöten. Die Ultraschallschwingungen sollen die Anbindung des Speziallots an die Glasoberfläche verbessern. Die Sammelschienen, die auch in Abschnitte unterteilt sein kann, tritt zum Verringern der Herstellungskosten an die Stelle eines durch Siebdruckten einer Leitsilberpaste aufgetragenen Leitstreifens. Die

Heizung selbst wird durch Widerstandsstreifen gebildet, die durch Siebdrucken und Einbrennen einer leitfähigen Paste hergestellt sind.

Lote zum direkten Auflöten auf Glas und auf andere schlecht lötbare Substrate sind auch anderweitig in mannigfachen Ausführungen bekannt.

Schließlich offenbart die DE 22 27 238 A1 eine beheizbare Einfachglasscheibe mit randseitigen Metallisierungszonen und einer darüber aufgedampften Metall- oder Metalloxidschicht, deren Anschlüsse nach außen durch Auflöten von elektrischen Leitern auf die Metallisierungszonen hergestellt werden. Die Metall- oder Metalloxidschicht wird an den Anschlußstellen vor dem Auflöten mechanisch entfernt, um die geforderten elektrischen und optischen Eigenschaften der Verbindung sicherzustellen.

Die US-PS 5,332,888 beschreibt unter anderem eine Verbundglas-Windschutzscheibe mit eingebautem Solarfilter aus Silberschichten, die durch Anlegen von elektrischer Spannung als heizbare Schichten genutzt werden können. Zum Kontaktieren der Dünnschichten werden Sammelschienen mit relativ rauher Oberfläche verwendet, deren Unebenheiten beim Laminieren in die Dünnschichten eindringen und somit einen guten elektrischen Kontakt herstellen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art hinsichtlich der Eingliederung in die Produktionslinie noch weiter zu verbessern und das Risiko von Beschädigung der Dünnschicht zu vermindern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Merkmale der Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens an.

Die auf die Dünnschicht in vorgegebener Position aufgelegte Sammelschiene (sie wird vorzugsweise aus einem dünnen, vorverzinnten Kupferband gefertigt) wird erst nach dem Auflegen der Klebefolie mittels einer der Glasscheibe und/oder die Klebefolie durchdringenden Energiezufuhr mit den unterhalb der Dünnschicht angeordneten Lotdepots verlötet, wobei die Dünnschicht an den Lötstellen zumindest partiell durchbrochen wird. Das Verfahren ist sowohl bei Verbünden aus einer einzigen Glasscheibe und einer Klebefolie als auch bei den insbesondere für Fahrzeugverglasungen üblichen Verbundaufbauten mit mindestens zwei Glasscheiben und diese verbindender Klebefolie anwendbar. Im letzteren Fall kann die Energie auch durch die zweite Glasscheibe zugeführt werden. Für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine zweite Glasscheibe nicht unbedingt erforderlich.

Mit den vorstehend genannten Maßnahmen erreicht man eine starke Verkürzung der Manipulationsdauer der Glasscheibe mit freiliegender Dünnschicht. Nach deren Auftragen wird nur noch die Sammelschiene aufgelegt und positioniert – ggf. auch vorläufig fixiert, z. B. durch Klebepunkte –, unmittelbar danach werden die Klebefolie und ggf. die zweite Glasscheibe aufgelegt. Lötarbeiten bei freiliegender Dünnschicht und damit einhergehende Beschädigungsrisiken entfallen vollständig.

Auch erzielt man eine sehr zuverlässige elektrische Kontaktierung der Dünnschicht, wofür das zumindest lokale Auflöten des Kontaktmittels mit Ultraschallunterstützung vor dem Aufbringen der Dünnschicht direkt auf das Glas oder auf einen Siebdruckrand eine feste Basis gibt. In bewährter Weise werden die Kontaktstellen durch Schablonen vorgegeben.

In besonders bevorzugter Ausbildung wird vor der Energiezufuhr die eingeschlossene Luft aus dem Verbund entfernt, jedoch noch keine zum Vorverbinden des Laminats führende Wärme zugeführt. Besonders vorteilhaft ist es für

die Kontaktsicherheit schließlich, wenn zumindest während der Energiezufuhr ein Druck bzw. Anpreßkräfte auf die Lötstellen ausgeübt werden. Diese Kräfte resultieren beim bevorzugten Entfernen der Luft aus dem Verbund aus der Einwirkung des Umgebungsdrucks auf die äußeren Glasscheibenflächen. Die Anpreßkräfte könnten aber auch ohne Unterdruckwirkung rein mechanisch erzeugt werden.

Zum Zuführen der zum Verlöten der Sammelschiene mit den Kontaktstellen benötigten Energie kommen grundsätzlich mehrere Möglichkeiten in Betracht, insbesondere wurde Hochfrequenz-Induktion als geeignete Methode ermittelt. Man kann die lokal benötigte Energie aber auch durch Wärmestrahlen (Infrarot) von der nicht mit der Dünnschicht versehenen Seite her oder durch Laserstrahlen zuführen.

Generell kann die Energie kontinuierlich durch Überstreichen der zu verlötenden Bereiche oder punktuell durch gezieltes Aufheizen der Kontakt- oder Lötunkte zugeführt werden. Der Energieeintrag sollte so dosiert werden, daß die Klebefolie davon möglichst noch nicht plastisch verformt wird.

Man kann die Kontaktpunkte ohne Auswirkung auf die hier in Rede stehende elektrische Verbindung statt direkt auf die Glasoberfläche auch auf einen opaken Siebdruckrand setzen, der meist zum Verdecken der elektrischen Anschlüsse gefordert wird. Als Sekundärvorteil des hier erörterten Verfahrens erkennt man eventuelle Schwachstellen im Siebdruckrand unmittelbar nach dem Ultraschall-Löten schon vor dem Aufbringen der Dünnschicht.

Nach dem Verlöten werden die bislang nur vorläufig zusammengelegten und ggf. evakuierten Verbundglasscheiben in der üblichen Weise einem Vorverbindeprozeß mit erhöhter Temperatur zugeführt und schließlich unter hohem Druck und bei Schmelztemperatur der Klebefolie zum fertigen Produkt laminiert.

Verbundglasscheiben mit nach dem beschriebenen Verfahren kontaktierten Dünnschichten können insbesondere als vollflächig beheizbare Scheiben verwendet werden. Jedoch kann die leitfähige Dünnschicht auch andere Verwendungszwecke finden, z. B. in Antennenscheiben oder Solarmodulen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstands der Erfindung gehen aus der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels und deren sich im folgenden anschließender eingehender Beschreibung hervor.

Die einzige Figur ist eine schematische und nicht maßstäbliche Schnittdarstellung einer Verbundglasscheibe in der Ausführung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. Diese besteht im wesentlichen aus einer ersten, unteren Glasscheibe 1, einer Klebefolie 2 und einer zweiten, oberen Glasscheibe 3. Man erkennt ferner im Schnitt des randnahen Bereichs der ersten Glasscheibe 1 einen sich parallel zu deren Rand erstreckenden Randstreifen 4. Der undurchsichtige Randstreifen 4 besteht aus einer vorab durch Siebdruck auf die Glasscheibe 1 aufgetragenen und eingebrannten Keramik- oder Emailfarbe, die auch elektrisch leitfähig sein kann. Solche Randstreifen dienen bekanntlich dazu, am Rand insbesondere von Fahrzeugglasscheiben vorgesehene elektrische Kontakte und Klebestränge optisch zu verdecken und ggf. vor UV-Strahlung zu schützen.

Auf dem Randstreifen 4 erkennt man im Schnitt ein Lotdepot 5. Dieses ist eines aus einer ganzen Reihe von hier nicht sichtbaren gleichartigen Lotdepots, die in einer vorgegebenen Anordnung und vorzugsweise mit Hilfe einer Schablone entlang dem Randstreifen aufgebracht wurden. Sie sind in an sich bekannter Weise mit Ultraschallunterstützung aufgelötet. Damit ist ein auch mechanisch belastbarer Kontakt zu ihrem Untergrund sichergestellt. Zu diesem

Zweck verwendet man ein geeignetes metallisches Lot- oder Kontaktmittel. Man könnte die Lotdepots ebensogut direkt auf die Glasoberfläche auflöten, wenn entweder kein Randstreifen benötigt wird oder anderweitig für eine entsprechende optische Abdeckung gesorgt ist (z. B. auf einer anderen der insgesamt vier Glasscheibenflächen der Verbundglasscheibe). Für die hier erörterte Erfindung ist der Randstreifen an sich ohne Belang.

Nach dem Herstellen der Lotdepots 5 wurde eine durchsichtige Schichtenfolge aus mindestens einer elektrisch leitfähigen Heizschicht z. B. aus Silber und diese einfassenden Entspiegelungsschichten flächig auf die Glasscheibe 1 aufgetragen, vorzugsweise aufgesputtert. Sie ist hier vereinfacht als einheitliche Dünnschicht 6 bezeichnet und dargestellt. Ihr können nach Bedarf weitere Schichten hinzugefügt werden. Ersichtlich überdeckt die Dünnschicht 6 sowohl den Randstreifen 4 als auch das Lotdepot 5 sowie die weiteren, unsichtbaren Lotdepots.

Es sind im übrigen geeignete Maßnahmen zum Schutz der Dünnschicht 6 gegen Korrosion vom Rand der Verbundglasscheibe her getroffen, die im Stand der Technik mannigfach beschrieben sind.

Die Dünnschicht kann einerseits eine passive Wärmefunktion gegen Infrarotstrahlung haben, andererseits hat sie im vorliegenden Fall auch aktive elektrische Funktion. Sie wird insbesondere als Heizschicht für eine Flächenheizung der Verbundglasscheibe genutzt. Bei einer geeigneten Strukturierung und entsprechender Auslegung der elektrischen Anschlüsse kann sie darüber hinaus auch als Antennenscheibe dienen.

Oberhalb der Lotdepots 5 ist zum elektrischen Kontaktieren der Dünnschicht 6 nach außen eine Sammelschiene 7 vorgesehen. Diese besteht vorzugsweise aus einem schmalen, dünnen Kupferband, das wiederum mit einer dünnen Lotschicht versehen ist. Die Sammelschiene 7 kann bei Bedarf mit hier nicht sichtbaren, nicht aufragenden Klebemitteln auf der Dünnschicht 6 vorläufig fixiert sein. Außerdem ist sie in an sich bekannter Weise mit – nicht gezeigten – elektrischen Anschlußmitteln verbunden, die aus der Verbundglasscheibe herausgeführt sind.

Beim Herstellen der Verbundglasscheibe wird sofort nach dem Auflegen, Positionieren und ggf. Fixieren der Sammelschiene 7 die Klebefolie 2 sorgfältig aufgelegt und positioniert, so daß die Dünnschicht 6 abgedeckt ist. Sodann wird der Verbundaufbau mit der zweiten Glasscheibe 3 komplettiert. In diesem Fertigungsstadium ist die gezeichnete direkte Kontaktierung zwischen der Sammelschiene 7 und dem Lotdepot 5 gemäß dem hier vorgestellten Verfahren noch nicht hergestellt. Vielmehr bildet die Dünnschicht noch eine kontinuierliche, trennende Zwischenschicht.

Die Lotdepots 5 werden zwar mit möglichst geringer Erhebung über die Glasscheiben- bzw. Randstreifenfläche hergestellt. In jedem Fall sind sie jedoch – ebenso wie der Randstreifen 4 und die Sammelschiene 7 – wesentlich dicker als die Dünnschicht 6, die normalerweise nur einige Nanometer bis Mikrometer stark ist und hier der Sichtbarkeit halber übertrieben dick gezeichnet wurde.

Die Lotdepots 5 können infolge der Ultraschalleinwirkung eine relativ raue Oberfläche haben, deren Spitzen die Dünnschicht ohne weiteres Zutun bei deren Herstellung durchdringen können. Zum Herstellen des notwendigen engen elektrischen Kontakts zwischen der Sammelschiene 7 und der Dünnschicht 6 wird nun durch die Glasscheiben 1 und/ oder 3 hindurch Energie zugeführt, welche die Vorverzinnung der Sammelschiene 7 sowie das Material der Lotdepots aufschmelzen läßt. Vorzugsweise verwendet man dazu Hochfrequenz-Induktion. Zweckmäßig führt man die Energie nicht kontinuierlich über die gesamte Länge der Sam-

melschiene zu, sondern nur an den Orten der Lotdepots (etwa an den durch gestrichelte Kreise angedeuteten Verbindungsstellen). Dieser Vorgang läßt sich infolge der vorgegebenen Positionen der Lotdepots auch sehr gut mechanisieren – dies insbesondere auch beim Einsatz von Laserenergie – und bestens in einen Linientakt bei der Serienfertigung von Verbundglasscheiben eingliedern. Die erwähnten Klebmittel zum vorläufigen Fixieren der Sammelschiene 7 werden zweckmäßig in den zwischen den Lotdepots liegenden Intervallen angebracht. Sie können prinzipiell vor dem Auflegen der Sammelschiene auf die Dünnschicht aufgebracht werden, bevorzugt wird man jedoch die Sammelschiene selbst entsprechend vorrücken.

Die Dünnschicht wird beim Aufschmelzen der niedrigschmelzenden Metalle lokal durchbrochen, so daß sich die angedeutete direkte Verbindung zwischen dem Lotdepot 5 und der Sammelschiene 7 ergibt. Die leitfähige Lage der Dünnschicht wird dabei ebenfalls mit der Sammelschiene 7 elektrisch verbunden. Durch Versuche wurde eine hohe Reproduzierbarkeit bei geringen Übergangswiderständen verifiziert.

Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn vor der Energiezufuhr die eingeschlossene Luft aus dem Verbundaufbau evakuiert wird (z. B. durch Ansauggrahmens) und während der Energiezufuhr Druck auf die Scheibenkanten ausgeübt wird. Im Falle anliegenden Unterdrucks genügen die vom Umgebungsdruck auf die Glasscheibenflächen ausgeübten Kräfte.

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrischen Kontaktieren mindestens einer leitfähigen Dünnschicht auf einer Glasscheibe, insbesondere innerhalb einer Verbundglasscheibe, mit folgenden Schritten:
 - a) auf eine Fläche der Glasscheibe (1) werden, insbesondere mit Ultraschallunterstützung, mehrere Lotdepots (5) aufgelötet;
 - b) auf dieselbe Glasscheibenfläche wird die leitfähige Dünnschicht (6) so aufgebracht, daß sie die Lotdepots (5) überdeckt;
 - c) wenigstens eine mit Anschlußkontakten verbindbare Sammelschiene (7) wird auf die Dünnschicht (6) in vorbestimmter Position oberhalb der Lotdepots (5) aufgelegt und bedarfsweise vorläufig fixiert;
 - d) wenigstens eine die Dünnschicht (6) und die Fläche der Glasscheibe (1) abdeckende Klebefolie (2) wird aufgelegt;
 - e) die Sammelschiene wird mittels der Glasscheibe (1) und/oder die Klebefolie (2) durchdringender Energiezufuhr mit den Lotdepots (5) aufschmelzend verbunden, wobei die leitfähige Dünnschicht an den Lötstellen zumindest partiell durchbrochen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor oder nach der Energiezufuhr eine weitere Glasscheibe auf die Klebefolie zur Weiterverarbeitung des Laminats in eine Verbundglasscheibe aufgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Energiezufuhr die eingeschlossene Luft aus dem Verbundaufbau entfernt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß während der Energiezufuhr ein Druck auf die zu verlötenden Bereiche ausgeübt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß die zum Verlöten erforderliche Energie durch Hochfrequenz-Induktion zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Verlöten erforderliche Energie durch Wärmestrahlung zugeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Verlöten erforderliche Energie durch gebündelte und auf die Lötstellen fokussierte Lichtstrahlen, insbesondere Laserstrahlen, zugeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelschiene zwischen ihren oberhalb der Lotdepots anzuordnenden Bereichen durch adhäsive Mittel vorläufig auf der Dünnschicht fixiert wird.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotdepots auf eine die Fläche der Glasscheibe wenigstens teilweise, insbesondere an deren Rand bedeckende Farbschicht aufgelötet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

